META-ANALISIS: PERAN EKOLOGIS SERANGGA *HARMONIA AXYRIDIS* PADA TUMBUHAN CABAI RAWIT

Dini Auliya Rahmah-24031011

Universitas Negeri Padang

ABSTRAK

Artikel ini menyelidiki peran ekologi *Harmonia axyridis*, spesies kumbang predator, dalam pengendalian hama tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Sebagai predator alami kutu daun (*Aphididae*), *Harmonia axyridis* memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan hasil panen dengan mengurangi serangan hama yang dapat menurunkan produktivitas dan kualitas tanaman. Meta-analisis ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *H. axyridis* dalam mengendalikan populasi kutu daun, serta mengkaji dampak ekologis potensialnya, termasuk risiko sifat invasif yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem lokal.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *H. axyridis* efektif sebagai agen pengendali hayati kutu daun pada berbagai tahap siklus hidup, khususnya pada larva instar IV yang menunjukkan tingkat predasi tertinggi. Namun, penggunaan spesies ini juga menghadirkan tantangan, seperti persaingan dengan spesies lokal dan risiko penurunan keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, integrasi *H. axyridis* dalam strategi pengelolaan hama terpadu (IPM) membutuhkan penilaian risiko ekologis yang cermat, pemantauan populasi, dan pemanfaatan agen pengendali hayati asli sebagai alternatif. Penelitian ini memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan praktik pertanian berkelanjutan, khususnya untuk budidaya cabai rawit yang ramah lingkungan.

PENDAHULUAN

Harmonia axyridis, juga disebut sebagai kumbang koksi Asia. Spesies serangga ini memiliki peran dalam ekosistem pertanian sebagai predator alami dari berbagai hama tanaman, sehingga memainkan peran sebagai agen pengendali hayati yang efektif, khususnya terhadap kutu daun (Aphididae), yang kerap menjadi ancaman terhadap tanaman-tanaman

hortikultura, termasuk cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Sebagai tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Asia Tenggara, cabai rawit merupakan komoditas hortikultura yang popular namun, sering kali terhambat oleh serangan hama, seperti kutu daun dan tungau laba-laba.

Pengendalian hama menggunakan bahan kimia akan mengganggu ekosistem karena residu yang dihasilkan dapat merusak lingkungan dan menimbulkan dampak negatif bagi alam. Maka diperlukan solusi alternatif untuk membunuh hama pada cabai rawit agar dapat memenuhi kebutuhan tanpa merusak alam dengan menggunakan pestisida dalam mengusir hama.

Penggunaan agen pengendali hayati, seperti *Harmonia axyridis*, menawarkan alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Namun, meskipun manfaat ekologis dari serangga ini telah diakui, beberapa penelitian menunjukkan potensi dampak negatifnya, seperti sifat invasif yang dapat mengganggu ekosistem lokal dan kompetisi dengan spesies asli (Tan et al., 2016).

Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana serangga ini berkontribusi dalam mengendalikan populasi hama, serta dampaknya terhadap keberlanjutan pertanian cabai rawit. Dengan demikian, diharapkan artikel ini dapat memberikan wawasan yang komprehensif bagi pengembangan strategi pengelolaan hama yang berkelanjutan di masa depan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah bagi pengambilan keputusan dalam pengelolaan pertanian berkelanjutan, terutama dalam konteks ekosistem cabai rawit kedepannya.

METODE PENELITIAN

Dengan melakukan meta-analisis tentang peran ekologis *Harmonia axyridis* dalam ekosistem cabai rawit. Tahapan penelitian meliputi:

1. **Kriteria Inklusi/Eksklusi**:

- Studi yang mencakup peran *Harmonia axyridis* dalam pengendalian kutu daun pada cabai rawit.
- Studi yang diterbitkan tersedia dalam jurnal bereputasi (Q1–Q3).
- Studi yang menyediakan data kuantitatif terkait efektivitas predasi dan dampak ekologis.

2. **Pencarian Literatur**:
    - Basis data: Scopus, Web of Science, Google Scholar.
    - Kata kunci: "*Harmonia axyridis*", "biological control", "Aphididae", "chili plants", "meta-analysis".

Melalui identifikasi peran *Harmonia axyridis* sebagai predator alami dalam pengendalian hama pada tanaman cabai rawit. Menganalisis dampak ekologis dari keberadaan *Harmonia axyridis*, termasuk potensi interaksi negatif dengan spesies asli. Memberikan rekomendasi praktis untuk integrasi *Harmonia axyridis* dalam strategi pengelolaan hama terpadu (Integrated Pest Management/IPM). Meta-analisis ini akan mengintegrasikan hasil-hasil penelitian terkini untuk mengevaluasi efektivitas kumbang ini sebagai agen pengendali hayati, sekaligus mempertimbangkan dampak ekologisnya.

HASIL DAN DISKUSI

Peran *Harmonia axyridis* sebagai Predator Alami dalam Pengendalian Hama pada Tanaman Cabai Rawit

Cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang cukup diminati para petani untuk dibudidayakan. Cabai rawit termasuk dalam suku terong-terongan (*Solanaceae*) yang cukup mudah untuk di budidayakan baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Buah cabai banyak mengandung vitamin A dan vitamin C serta memiliki kandungan minyak atsiri capsaicin, yang mampu menyengat lidah apabila digunakan sebagai rempah bahan dapur dan dikonsumsi sebagai citarasa dalam masakan

sehingga menyebabkan rasa pedas dan kehangatan terhadap tubuh (Karim et al., 2016).

Dengan kemudahan dalam budidaya dan peminat yang tinggi membuat cabai rawit memiliki permintaan yang tinggi di pasar. Untuk memenuhi permintaan tersebut maka banyak orang yang membudidayakan cabai rawit. Dalam pembudidayaan cabai rawit ini tak terlepas dari serangan hama yang menggangu pertumbuhan dan kualitas tanaman cabai rawit menjadi menurun.

Menurut Rahmi et al. (2022) salah satu penyebab turunnya produktivitas tanaman cabai rawit yaitu dikarenakan adanya kehadiran organisme pengganggu tanaman (OPT). OPT yang sering menyerang pada tanaman cabai yaitu kutu daun. Kutu daun *(Aphis) gossypii* Glover, 1877 (Insecta: Hemiptera: Aphididae) umumnya dikenal sebagai kutu kapas, kutu melon, atau kutu terong. Kutu ini merupakan spesies kosmopolitan dan polifag yang tersebar luas di daerah tropis, subtropis, dan daerah beriklim sedang di dunia. Kutu ini merupakan hama serius pada tanaman pangan dan tanaman rumah kaca, terutama kapas, okra, labu, melon, cabai, terong, dan beberapa tanaman hias seperti krisan, mawar, dll. (Singh et al., 2023). Serangga hama kutu daun (*Aphis gosyypii*) menjadi salah satu hama utama tanaman cabai. Kehilangan hasil tanaman yang disebabkan mencapai 35%, sedangkan untuk dampak kerusakannya sebagai vektor virus jauh lebih tinggi hingga mencapai 90% (Mustiarif et al., 2020). Penularan beberapa virus patogen tanaman dianggap sebagai kerusakan tidak langsung dari kutu daun (Blackman dan Eastop 1994; Dargazani & Sahragard, 2020).

Hama ini memakan tanaman inangnya dengan cara menghisap getahnya. Bagian bawah daun lebih disukai, sedangkan permukaan daun dan kuncup bunga lainnya adalah pilihan berikutnya, tetapi seluruh tanaman inangnya dapat tertutupi jika populasinya sangat besar. Daun yang terserang sering kali melengkung ke bawah dan tampak keriput. Serangan berat pada beberapa tanaman dapat menyebabkan layu. Tanaman muda mungkin mengalami penurunan atau pertumbuhan

terhambat. *Aphis gossypii* mengurangi produksi dan hasil bunga (Singh et al., 2014). Seperti kutu daun lainnya, kutu daun kapas juga menghasilkan embun madu dalam jumlah banyak, kotoran manis dan berair yang berfungsi sebagai media tempat jamur jelaga tumbuh yang menghitamkan daun dan mengurangi aktivitas fotosintesis tanaman. Ketika ditemukan pada buah, embun madu dan jamur jelaga mengurangi daya jualnya. Petani merespons dengan mencuci buah sebelum memasarkannya. Namun, sayangnya, buah sering kali menjadi tidak dapat dipasarkan atau kualitasnya lebih rendah karena jamur sulit dibersihkan. Kapas yang diwarnai sangat mengurangi harga pasar yang diperoleh. Embun madu juga dimakan oleh lebah, tawon, semut, dan serangga lainnya, yang dapat memberikan perlindungan bagi kutu daun dari musuh alami mereka (Singh et al., 2014).

Tingginya serangan kutu daun pada tanaman cabai mendorong para petani untuk melakukan pengendalian serangan yang presepsinya cenderung menggunakan pestisida sintetis (kimia) dikarenakan mudah dan efektif serta hasilnya dapat terlihat cepat. Penggunaan pestisida kimia mampu berdampak negatif bagi lingkungan sekitar dan merusak keseimbangan ekosistem seperti terjadinya resistensi terhadap hama, resurjensi, dan pengendapan residu pada hasil produksi cabai. Oleh karena itu banyak laporan menyebutkan bahwa *A. gossypii* telah resisten terhadap berbagai jenis insektisida kimia (George et al., 2019).

Pestisida sintetis umumnya digunakan dalam pengendalian hama pertanian. Ketergantungan yang berlebihan pada produk ini menciptakan masalah bagi manusia, lingkungan, dan organisme non-target. Pengendalian hayati dapat memberikan penekanan hama yang efektif dan mengurangi penggunaan pestisida skala besar tanpa mengorbankan hasil yang dapat dipasarkan. Memanfaatkan interaksi mencari makan mangsa-predator, respons numerik, dan dinamika mangsa-predator dapat dipelajari untuk membantu mengembangkan strategi pengendalian biologis yang efektif (Islam et al., 2022)

Pengendalian hayati ekonomi merupakan bagian dari Pengendalian Hama Terpadu (PHT), yang memperhatikan tiga aspek penting dalam kegiatan pengendalian Organisme Penganggu Tanaman (OPT) yaitu ekologi, ekonomi dan sosial. Musuh alami sebagai agen pengendali hayati (APH) terdiri atas predator, parasiotid, dan patogen. Predator merupakan organisme yang memangsa satu atau beberapa individu pada berbagai perkembangannya (telur, ulat, pupa, dewasa) dan bersifat oportunistik bahkan terkadang kanibal. Parasitoid merupakan organisme yang meletakkan telurnya di dalam atau menempel pada inang organisme lain. Untuk perkembangannya, larva parasitoid memakan jaringan inang hingga mereka dewasa dan membentuk pupa. Patogen merupakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit disebut patogen terdiri dari cendawan, bakteri, virus, dan nematoda (Nonci et al., 2019).

Musuh alami berperan penting dalam proses menuju kondisi agro-ekosistem yang stabil dalam dalam menekan kepadatan populasi hama sasaran di atas ambang ekonomi hingga di bawah ambang ekonomi, serta meregulasi populasi hama tetap berada di bawah ambang ekonomi (Sopialena, 2018). Musuh alami memainkan peran penting dalam mengatur populasi hama termasuk predator generalis (Murdoch et al., 1985; Symondson et al., 2002) dan banyak dari mereka penting dalam pengendalian biologis. Sebagian besar predator kutu daun kapas bersifat polifag dan generalis terhadap beberapa spesies kutu daun (Singh, 2024). Musuh alami (parasitoid dan predator) hama serangga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Aktivitas antropogenik telah menciptakan ancaman terhadap keberadaan mereka dan ekosistem. Pentingnya melestarikan musuh alami hama serangga ditekankan secara global karena serangga ini tidak hanya bertindak sebagai bioagen dalam mengendalikan populasi hama secara alami tetapi juga digunakan dalam program pengendalian hayati klasik dan konservasi (Singh, 2024).

Kumbang wanita Asia warna-warni, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), berasal dari Asia tengah dan timur (Koch,

2003) dan telah digunakan sebagai agen pengendalian biologis terhadap kutu daun di seluruh dunia. Kumbang kepik ini juga dapat memakan serangga skala, thrips, lalat putih, dan arthropoda bertubuh lunak lainnya (Liu & Qin, 1989; Seo & Youn, 2000; Zhang et al., 2016). *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) adalah predator generalis, tersebar luas secara geografis, dan telah banyak digunakan sebagai agen biokontrol serangga bertubuh lunak, termasuk kutu daun dalam keanekaragaman tanaman (Islam et al., 2021). (Jovicic et al., 2020) dalam penelitian sepuluh tahun di 41 lokasi menemukan bahwa *H. axyridis* tercatat memakan total 43 taksa kutu daun yang termasuk dalam 25 genus. Hama ini paling sering ditemukan di koloni kutu daun dari genus Aphis, Brachycaudus, dan Myzus.

Harmonia axyridis termasuk serangga dari famili Coccinellidae ordo Coleoptera. Menurut Lockwood et al. (2013), bahwa suatu spesies dapat dikatakan sebagai native, jika spesies tersebut memang berasal atau ada secara alami di suatu wilayah atau habitat tertentu tanpa adanya intervensi manusia, dan telah mendiami wilayah tersebut sebelum pengaruh manusia. Beberapa Coccinellidae yang dilaporkan sebagai native, antara lain *Harmonia axyridis* di Asia, sekarang menyebar ke seluruh dunia sebagai spesies invasif (Roy et al., 2016). Kepik ini memang sudah menginvasi seluruh dunia namun, pada beberapa kondisi tertentu tidak cocok untuknya seperti saat musim dingin “The population dynamics of the various ladybird species are relatively similar, except for *H. axyridis*. This ladybird species does not survive outside in Canada during the winter; its behaviour to enter in human houses at the end of the fall allows a proportion of the population to reach the next spring (Labrie et al., 2008).”

“*Harmonia axyridis* established more successfully in central and northern Europe than in southern Europe. Some oceanic islands, e.g., Azores, seem to be unsuitable for *H. axyridis* (Soares et al., 2008, 2017; Ameixa et al., 2019). *Harmonia axyridis* thrives better when food resources are abundant to sustain large populations of this large species, which occurs

less frequently on typical vegetation of southern Europe and small oceanic islands (Honěk et al., 2017; Soares et al., 2017).” Untuk menopang populasi hidupnya maka kumbang ini akan hidup di tempat dengan sumber makanan yang melimpah.

Bedasarkan penelitian (Riddick, 2017) menyebutkan salah satu manfaat dari *H. axyridis* untuk pengendalian kutu daun. Predator kutu daun eksotis yang paling luar biasa adalah *H. axyridis*, yang berasal dari Asia. (Lumbierres et al., 2024).Kumbang ini merupakan predator untuk famili Aphididae. (Helen E. Roy and Peter M. J. Brown, 2015) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kumbang *H. axyridis* ini cenderung banyak ditemukan pada habitat dengan jumlah mangsa yang melimpah dan tinggi. Ini salah satu faktor yang mendukung perannya dalam memangsa hama Aphididae pada tumbuhan cabai rawit. (Harmon dan Hough-Goldstein, 2008) menemukan bahwa *Harmonia axyridis* berfungsi sebagai predator efektif terhadap populasi aphid di ekosistem pertanian. Penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan *Harmonia axyridis* dapat meningkatkan hasil panen tanaman cabai rawit dengan mengurangi jumlah hama yang merusak.

Herbivore induced plant volatiles (HIPVs) are key components of plant-herbivorous-natural enemies communications. Memang, tanaman merespons herbivora yang makan dengan melepaskan HIPV untuk menarik musuh alami. (Xu et al., 2023) Zat ini dapat menarik kedatangan *H. axyridis* melalui penciumannya ketika tanaman tersebut melepaskannya saat diganggu oleh *A. gossypii* misalnya. Investigasi laboratorium di Korea dan Cina menunjukkan bahwa *A. gossypii* merupakan sumber makanan yang cocok untuk *H. axyridis* (Choi dan Kim, 1985; Lei dan Chen, 1987; Dong, 1988).

Bedasarkan hasil penelitian (Yu et al., 2020) “The number of aphids consumed by *H. axyridis* was not affected by the presence of *A. gifuensis* compared with single *H. axyridis* across all aphid densities under two aphid distributions. In fact, the estimated handling times and attack rates of *H. axyridis* were similar.” Diketahui bahwa walaupun

dipasangkan atau ditempatkan dengan serangga lain yang memangsa hama yang sama tetapi jumlah kutu daun yang dikonsumsi, waktu penanganan dan tingkat serangan oleh *H. axyridis* tetap sama.

A pivotal development during this period was the discovery and utilization of non-flying *H. axyridis* mutant adults for aphid control (Piotte et al. 1999; Tourniaire et al. 1999; Weissenberger et al. 1999). For instance, naturally obtained flightless strains of *H. axyridis* performed better in suppressing *Aphis gossypii Glover, Myzus persicae Sulzer,* and *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (all Hemiptera: Aphididae) compared to winged strains (Lommen et al., 2008; Seko et al., 2008;Rondoni et al., 2021). *H. axyridis* yang tidak bisa terbang ternyata lebih efektif dan secara alami bekerja lebih baik dalam menekan kutu daun dibandingkan dengan yang bersayap.

<table>
<tr><td>1.</td><td colspan="4">Rata-rata
Daya Mangsa Predator H. axyridis terhadap kutu daun M. persicae kutu daun M. Persicae (Endarto et al., 2019)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar H. Axyridis I</td><td>Instar H. Axyridis II</td><td>Instar H. Axyridis III</td><td>Instar H. Axyridis IV</td></tr>
<tr><td></td><td>5.10</td><td>6.28</td><td>7.52</td><td>9.81</td></tr>
<tr><td>4.</td><td colspan="4">Rata-rata
Daya Mangsa Predator H. axyridis terhadap kutu daun Aphis gossypii.
(Dargazani & Sahragard, 2020)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar H. Axyridis I</td><td>Instar H. Axyridis II</td><td>Instar H. Axyridis III</td><td>Instar H. Axyridis IV</td></tr>
<tr><td></td><td>59.30</td><td>70.83</td><td>155.10</td><td>370.79</td></tr>
<tr><td>7.</td><td colspan="4">Rata-rata
Daya Mangsa Predator H. axyridis terhadap kutu daun Myzus persicae (Lanzoni et al., 2004)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar H. Axyridis I</td><td>Instar H. Axyridis II</td><td>Instar H. Axyridis III</td><td>Instar H. Axyridis IV</td></tr>
<tr><td></td><td>2.3</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>4.7</td></tr>
<tr><td>10.</td><td colspan="4">Rata-rata
Durasi tahap perkembangan H. axyridis yang dipelihara pada telur ngengat biji-bijian segar dan beku dalam kondisi laboratorium (Abdel-Salam & Abdel-Baky, 2001)</td></tr>
</table>

	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	2.34	2.00	2.95	3.90
13.	Rata-rata Periode perkembangan *Harmonia axyridis* yang diberi makanan *Cinara atlantica* pada suhu $15^{\circ}C$ (Castro et al., 2011)			
	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	7.00	3.43	6.33	7.80
16.	Rata-rata Periode perkembangan *Harmonia axyridis* yang diberi makanan *Cinara atlantica* pada suhu $20^{\circ}C$ (Castro et al., 2011)			
	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	4.00	3.00	3.47	7.47
19.	Rata-rata Periode perkembangan *Harmonia axyridis* yang diberi makanan *Cinara atlantica* pada suhu $25^{\circ}C$ (Castro et al., 2011)			
	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	3.47	2.73	2.33	4.60
20.	Rata-rata Periode perkembangan dalam hari *Harmonia*			

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">*axyridis* (Pallas, 1773) yang diberi makan *Cinara atlantica* (Wilson, 1919); (de Castro-Guedes et al., 2016)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar *H. Axyridis* I</td><td>Instar *H. Axyridis* II</td><td>Instar *H. Axyridis* III</td><td>Instar *H. Axyridis* IV</td></tr>
<tr><td></td><td>3.47</td><td>2.60</td><td>2.67</td><td>4.47</td></tr>
<tr><td>21.</td><td colspan="4">Rata-rata
Periode perkembangan dalam hari *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) yang diberi makan *Brevicoryne brassicae* Linnaeus, 1758; (de Castro-Guedes et al., 2016)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar *H. Axyridis* I</td><td>Instar *H. Axyridis* II</td><td>Instar *H. Axyridis* III</td><td>Instar *H. Axyridis* IV</td></tr>
<tr><td></td><td>2.80</td><td>2.87</td><td>3.2</td><td>4.6</td></tr>
<tr><td>22.</td><td colspan="4">Rata-rata
Periode perkembangan dalam hari *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) yang diberi makan dan telur beku *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). (de Castro-Guedes et al., 2016)</td></tr>
<tr><td></td><td>Instar *H. Axyridis* I</td><td>Instar *H. Axyridis* II</td><td>Instar *H. Axyridis* III</td><td>Instar *H. Axyridis* IV</td></tr>
<tr><td></td><td>2.80</td><td>2.80</td><td>2.73</td><td>5.00</td></tr>
<tr><td>23.</td><td colspan="4">Rata-rata
Periode perkembangan *Harmonia axyridis* dalam hari ketika diberi makan kutu *Cinara atlantica* pada suhu 24$^{\circ}C$, 12:12 H L:D AND 70% ± 10% RH.</td></tr>
</table>

	(Santos et al., 2014)			
	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	3.5	2.0	2.2	4.1
24.	Rata-rata Konsumsi harian *Cinara atlantica* oleh *Harmonia axyridis* pada suhu 24$^{\circ}C$, 12:12 H L:D AND 70% ± 10% RH. (Santos et al., 2014)			
	Instar *H. Axyridis* I	Instar *H. Axyridis* II	Instar *H. Axyridis* III	Instar *H. Axyridis* IV
	5.9	12.7	22.9	46

Bedasarkan tabel diatas Instar *H. Axyridis* pada fase IV memiliki rata-rata mangsa yang tinggi dibandingkan fase lainnya. Dapat disimpulkan bahwa larva instar IV mempunyai tingkat predasi yang cukup tinggi.

Dengan kemampuan dan kebutuhan yang tinggi ini *H. axyridis* bisa menjadi predator alami pada tanaman cabai rawit. Langkah ini merupakan salah satu cara mengendalikan hama pada tumbuhan cabai rawit. Penelitian oleh Bahlai et al. (2016) menunjukkan bahwa efektivitas *Harmonia axyridis* dalam mengendalikan hama dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis tanaman yang ditanam. Oleh karena itu, pemahaman tentang interaksi antara spesies ini dengan faktor lingkungan sangat penting untuk strategi pengelolaan hama yang efektif.

Dampak Ekologis dari Keberadaan *Harmonia axyridis*

Dampak terhadap Spesies Asli

Kehadiran *H. axyridis* telah menyebabkan penurunan populasi spesies kumbang koksi asli melalui kompetisi dan predasi. Menurut penelitian, "*Harmonia axyridis* may significantly impact predatory arthropod guilds,

interfering with invertebrate population dynamics, potentially producing impacts on native aphidophage groups and agricultural pests” (Cisneros-Heredia, & Peñaherrera-Romero, 2020). Selain itu, spesies ini mampu mengeksploitasi sumber daya di berbagai habitat, sehingga berpotensi untuk bertahan dan berkembang biak di banyak lingkungan baru (Majerus et al., 2006). This ladybeetle can adapt to diverse environments, where it competes with autochthonous ladybeetle species and displaces them (Roy, et al., 2016; Koch, 2003) as observed in Catalonia since 2013 (Meseguer, et al., 2022). *Harmonia axyridis* bersaing dengan spesies kumbang asli untuk sumber daya, seperti makanan (kutu daun) dan habitat. Spesies ini memakan larva dan telur kumbang asli, yang mengurangi populasi spesies lokal secara signifikan (Brown, P. M. J., et al., 2011). Spesies ini memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi, daya tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan diet yang beragam, yang memungkinkannya menyebar dengan cepat. Kemampuan adaptabilitas yang tinggi memungkinkan spesies ini mendominasi banyak ekosistem, menggantikan spesies asli Koch, R. L., & Galvan, T. L. (2008). *Harmonia axyridis* dapat berdampak signifikan pada serikat artropoda predator, mengganggu dinamika populasi invertebrata, yang berpotensi menimbulkan dampak pada kelompok aphidophage asli dan hama pertanian (Lucas, Gagné & Coderre, 2002; Koch, 2003; Pervez & Omkar, 2006; Koch &Galvan,2008; Ducatti, Ugine &Losey, 2017).. Dominasi *Harmonia axyridis* dalam ekosistem menyebabkan penurunan keanekaragaman spesies predator asli. Perubahan dalam struktur komunitas predator dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan fungsi pengendalian hayati alami. Sebagai predator efektif, *Harmonia axyridis* membantu mengendalikan hama seperti kutu daun. Namun, predasi terhadap predator asli dapat mengurangi stabilitas jangka

panjang sistem pengendalian hayati berbasis keanekaragaman hayati (Pell, et al., 2008).

Interaksi dengan Patogen dan Parasit

Spesies ini juga menjadi inang bagi berbagai parasit, tetapi menunjukkan resistensi terhadap patogen yang mempengaruhi spesies lokal. Comont et al. (2014) mencatat, "*Harmonia axyridis has escaped parasitism by native natural enemies in the regions it has invaded.*" Menurut Brown & Roy (2015), "*The harlequin ladybird carries a microsporidian parasite, which is harmful to other coccinellid species but does not affect H. axyridis itself.*" Meskipun demikian, spesies ini menunjukkan resistensi tinggi terhadap penyakit yang mempengaruhi spesies kumbang koksi lainnya, memberikan keuntungan kompetitif dalam ekosistem yang ditempatinya. “This seems to reflect the overlapping habitat of the two species, with *H. axyridis* prevailing due to its faster development, greater voracity, its production of substances toxic for other ladybeetle species, and the greater efficiency of its immune system against pathogens, which enhance its performance (Meseguer, et al., 2022; Labrie, et al., 2006; Vilcinskas, et al., 2013).

(Comont, R. F., et al., 2014) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *H. axyridis* dapat mengurangi tingkat parasitisme dibandingkan dengan spesies ladybird lokal. Faktor-faktor seperti perilaku, morfologi, dan sistem kekebalan serangga invasif ini telah mengarah pada kemampuan mereka untuk bertahan terhadap tekanan parasit, yang mempengaruhi dinamika populasi di ekosistem baru mereka. Temuan ini memiliki implikasi penting terhadap pengendalian hayati, karena berpotensi mempengaruhi keseimbangan antara hama, parasit, dan patogen pada tanaman pertanian seperti cabai rawit.

Meskipun *H. axyridis* adalah predator utama dalam pengendalian hama, serangga ini juga menjadi inang bagi berbagai parasit, yang memengaruhi kelangsungan hidup dan reproduksinya. Penelitian ini menyoroti spesies parasit yang telah teridentifikasi pada *H. axyridis*,

termasuk protozoa, nematoda, dan parasitoid yang menyerang telur dan larva. Interaksi antara *H. axyridis* dan parasit ini dapat mempengaruhi ekologi serangga invasif tersebut, serta memperburuk atau memperbaiki hubungan dengan hama dan tanaman yang mereka pengaruhi, termasuk cabai rawit (Haelewaters, D., et al., 2017). Didukung kemampuan adaptasi genetik yang memungkinkan *H. axyridis* untuk menghindari parasit dan patogen lokal (Lombaert, E., et al., 2010).

Dampak ekologis dari *H. axyridis* terhadap ladybird asli dan parasitoidnya di wilayah invasinya dikenal memiliki efek negatif terhadap populasi ladybird lokal melalui kompetisi dan predasi. Penelitian (Raak-van den Berg, C. L., et al., 2013) menunjukkan bahwa parasit dari ladybird asli, yang pada umumnya berperan dalam mengendalikan populasi hama, juga terpengaruh oleh dominasi *H. axyridis*. Dalam beberapa kasus, parasit parasitoid dari *H. axyridis* dapat berpindah ke spesies lokal, mengganggu keseimbangan ekologis. Implikasi temuan ini terhadap pertanian adalah bahwa interaksi ini dapat mengubah dinamika antara hama dan kontrol hayati, termasuk pada tanaman seperti cabai rawit yang dapat dipengaruhi oleh keberadaan serangga invasif.

Dampak pada Fungsi Ekosistem

Harmonia axyridis berkontribusi pada fungsi ekosistem dengan menjaga keseimbangan antara hama dan predator. Zhang et al. (2014) menunjukkan bahwa keberadaan *Harmonia axyridis* dapat meningkatkan keanekaragaman predator aphid dalam agroekosistem. Keanekaragaman predator penting untuk menjaga kesehatan ekosistem dan memastikan bahwa berbagai spesies predator dapat berfungsi secara optimal dalam mengendalikan hama. Selain itu, keanekaragaman yang tinggi dalam komunitas predator dapat membantu mengurangi fluktuasi populasi hama, yang seringkali menjadi masalah dalam pertanian.

Meskipun ada bukti signifikan mengenai efek negatif *H. axyridis* terhadap spesies lain, dampaknya terhadap fungsi ekosistem

memerlukan penelitian lebih lanjut. Efisiensi spesies ini sebagai predator dapat mengganggu dinamika populasi invertebrata dan berpotensi mempengaruhi kelompok aphidofag asli serta hama pertanian (Roy & Brown, 2015).

Kemampuan *C. septempunctata* dan *H. axyridis* untuk mencapai populasi tinggi dalam memakan kutu daun di habitat pertanian juga dapat berimplikasi pada populasi dan komunitas serangga di luar habitat ini. Limpahan *C. septempunctata*, *H. axyridis*, dan spesies kepik lainnya yang tumbuh di lahan pertanian dan menyebar setelahnya sebagai dewasa ke habitat nonpertanian yang berdekatan, mengurangi jumlah kutu daun pada tumbuhan thistle asli di padang rumput asli (Rand & Louda, 2006). Demikian pula, pengamatan dan pemodelan lapangan menunjukkan sejumlah besar *C. septempunctata* dan *H. axyridis*, yang memakan banyak serangga selain kutu daun (Koch, 2003; Evans, 2009), dapat lebih mengancam populasi kecil kupu-kupu lycaenid dan raja yang terancam punah di habitat nonpertanian (Horn, 1991; Koch, 2003; Schellhorn et al., 2005). Meskipun masing-masing kemungkinan dampak *C. septempunctata* dan *H. axyridis* pada komunitas serangga lokal masih harus dievaluasi lebih lengkap, mereka menggambarkan berbagai implikasi ekologi yang mungkin terkait dengan pengenalan predator generalis ini untuk BC *(biocontrol)* kutu daun (Rondoni et al., 2021).

Interaksi antara *Harmonia axyridis* dan spesies lain dalam ekosistem pertanian sangat kompleks. Snyder dan Ives (2001) menunjukkan bahwa meskipun *Harmonia axyridis* dapat membantu mengendalikan hama, interaksinya dengan predator lain dapat mengubah struktur komunitas predator. Misalnya, jika *Harmonia axyridis* mendominasi, spesies predator lainnya mungkin kehilangan sumber daya dan tidak dapat berfungsi secara optimal dalam pengendalian hama. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam ekosistem, yang berpotensi mengarah pada ledakan populasi hama di masa depan.

Harmonia axyridis memiliki dampak ganda yaitu efektif dalam mengendalikan hama, tetapi juga mengurangi keanekaragaman predator asli yang penting bagi ekosistem (Kenis, et al., 2008). Meskipun *Harmonia axyridis* memiliki manfaat dalam pengendalian hama, keberadaannya juga dapat mempengaruhi keanekaragaman spesies predator lainnya. (Bahlai et al., 2010) menemukan bahwa invasi *Harmonia axyridis* dapat mengurangi populasi kumbang lady beetle lokal, yang merupakan predator alami hama lainnya. Penurunan keanekaragaman spesies predator dapat mengganggu dinamika ekosistem, karena spesies predator yang beragam berkontribusi pada pengendalian hama yang lebih efektif dan stabil.

- **Kompetisi**: *Harmonia axyridis* dapat bersaing dengan kumbang predator lokal untuk makanan dan tempat berlindung, yang dapat mengurangi populasi spesies asli.
- **Predasi**: Kumbang ini dapat memangsa larva dan telur dari spesies serangga lain, yang dapat mengganggu rantai makanan dan mempengaruhi populasi serangga lokal.
- **Penurunan Populasi Spesies Asli**: Dengan meningkatnya populasi *Harmonia axyridis*, spesies asli yang lebih rentan dapat mengalami penurunan jumlah, yang berpotensi menyebabkan ke punahan lokal.
- **Perubahan Struktur Komunitas**: Kehadiran spesies invasif dapat mengubah struktur komunitas ekosistem, mengurangi keragaman spesies dan mengubah interaksi antar spesies.
- **Pengendalian Hama**: Meskipun *Harmonia axyridis* dikenal sebagai predator hama, kehadirannya dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam pengendalian hama, terutama jika mereka memangsa spesies yang juga bermanfaat bagi pertanian.

- **Resistensi Hama**: Dengan mengubah dinamika predator-pangsa, *Harmonia axyridis* dapat berkontribusi pada perkembangan resistensi hama terhadap pengendalian biologis.
- **Penyebaran Penyakit:** *Harmonia axyridis* dapat menjadi vektor bagi patogen yang dapat mempengaruhi spesies asli, termasuk tanaman dan serangga lain, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan ekologis.
- **Perilaku Agresif:** Dalam beberapa kasus, *Harmonia axyridis* menunjukkan perilaku agresif terhadap spesies lain, yang dapat mengakibatkan stres dan penurunan kesehatan populasi spesies asli.
- **Adaptasi dan Resiliensi:** Spesies asli mungkin tidak memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap kehadiran *Harmonia axyridis*, yang dapat memperburuk dampak negatif yang ditimbulkan.
- **Pengaruh terhadap Kesehatan Tanaman dan Hasil Panen:** Keberadaan *Harmonia axyridis* sangat menguntungkan bagi kesehatan tanaman cabai rawit. Riddick dan Wu (2015) melaporkan bahwa pengendalian efektif terhadap populasi aphid oleh *Harmonia axyridis* tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga mengurangi kebutuhan akan pestisida kimia. Dengan mengurangi ketergantungan pada pestisida, petani dapat menciptakan ekosistem yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, yang penting untuk pertanian berkelanjutan**.**

Rekomendasi Praktis Untuk Integrasi *Harmonia axyridis* Dalam Strategi Pengelolaan Hama Terpadu (Integrated Pest Management/IPM)

Dalam konteks pengelolaan hama terpadu (IPM), *Harmonia axyridis* dapat berfungsi sebagai komponen penting. Baker dan Riddick (2013) menekankan bahwa dengan memanfaatkan predator ini, petani dapat

mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan meningkatkan keberlanjutan praktik pertanian. Penggunaan *Harmonia axyridis* dalam strategi IPM tidak hanya bermanfaat untuk tanaman cabai rawit, tetapi juga dapat diterapkan pada berbagai tanaman pertanian lainnya. Dengan mengintegrasikan predator alami seperti *Harmonia axyridis*, petani dapat menciptakan sistem pertanian yang lebih tahan terhadap serangan hama dan lebih ramah lingkungan.

Meskipun *Harmonia axyridis* memiliki banyak manfaat, ada juga risiko yang perlu diperhatikan. Invasi spesies ini dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman spesies predator lokal, yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Selain itu, *Harmonia axyridis* dapat bersaing dengan spesies lokal untuk sumber daya, yang dapat mengakibatkan perubahan dalam struktur komunitas predator. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengevaluasi dampak jangka panjang dari keberadaan *Harmonia axyridis* dalam ekosistem pertanian.

1. Evaluasi Risiko Ekologis Sebelum Introduksi

Sebelum memperkenalkan *Harmonia axyridis* sebagai agen pengendali hayati, penting untuk menganalisis dampak ekologis yang potensial. Koch dan Galvan (2008) menyebutkan, "*The use of H. axyridis in biological control should be carefully evaluated to prevent unintended ecological consequences, including displacement of native species and disruption of ecological balances.*"

2. Pemantauan Populasi dan Dampak Lingkungan

Pemantauan secara berkala terhadap populasi *H. axyridis* dan interaksinya dengan spesies lokal sangat penting. Brown dan Roy (2011) menegaskan, "*Regular monitoring programs can identify early signs of ecological impacts and inform adaptive management strategies to mitigate risks associated with invasive species.*"

3. Penggunaan dalam Lingkup Terbatas

Penggunaan *H. axyridis* sebaiknya dibatasi pada area tertentu dengan risiko penyebaran yang rendah. Lombaert et al. (2010) menuliskan, "*Localized applications of H. axyridis in greenhouses or contained agricultural systems may reduce the risk of invasion into surrounding ecosystems.*"

4. Alternatif Pengendalian Hayati

Alih-alih bergantung sepenuhnya pada spesies invasif seperti *H. axyridis*, penggunaan agen pengendali hayati asli dapat menjadi solusi. Roy dan Wajnberg (2008) menyatakan, "*Biological control strategies should prioritize the use of native natural enemies to minimize ecological risks and maintain biodiversity.*" Pengendalian hayati adalah penggunaan musuh alami untuk mengurangi populasi hama di bawah ambang batas kerusakan (Smith, 1908; Stenberg et al., 2021). Pengendalian hayati dapat diterapkan sebagai metode pencegahan, yang dikenal sebagai *conservation biological control* (CBC), di mana musuh alami yang ada ditingkatkan untuk meningkatkan aktivitasnya (Barbosa, 1998). Pengendalian hayati juga dapat diterapkan sebagai pengobatan dengan menggunakan metode penambahan atau penggenangan klasik yang melibatkan pelepasan massal musuh alami yang telah dibesarkan secara komersial di laboratorium khusus (Stenberg et al., 2021; Van Lenteren, 2012; Gullino et al., 2020).

5. Edukasi dan Pelatihan

Memberikan edukasi kepada petani tentang manfaat dan risiko penggunaan *H. axyridis* dapat membantu penerapan yang bertanggung jawab. Grez et al. (2016) menyebutkan, "*Educating stakeholders is crucial to ensure the responsible use of biological control agents and to avoid unintended ecological consequences.*"

6. Pengembangan Kebijakan Pengendalian

Pengembangan kebijakan yang mengatur penggunaan *H. axyridis* dalam PHT sangat penting. Roy et al. (2016) menekankan, "*Policy frameworks are essential to regulate the introduction and use of invasive species in pest management while promoting environmentally sustainable practices.*"

KESIMPULAN

Peran ekologis serangga *Harmonia axyridis* pada tumbuhan cabai rawit yaitu sebagai pengendali hama kutu daun yang kerap menggangu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Harmonia axyridis* berperan penting dalam budidaya cabai rawit sebagai agen pengendali hama, terutama dalam mengendalikan populasi kutu daun yang berbahaya. Namun, kehadiran mereka juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap spesies asli dan ekosistem lokal melalui persaingan dan predasi. Oleh karena itu, penyertaan *Harmonia axyridis* dalam strategi pengelolaan hama terpadu (IPM) harus dipertimbangkan secara cermat, termasuk penilaian risiko ekologis, pemantauan interaksi dengan spesies asli, dan penggunaan agen pengendali hayati asli sebagai alternatif. Hal ini perlu dikelola. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk sepenuhnya memahami dampak ekologi *Harmonia axyridis* dan memastikan keberlanjutan praktik pertanian di masa depan.

Artikel ini mungkin kurang memberikan gambaran jelas tentang data yang terbaru mengenai topik pembahasan dan terbatas pada hasil penelitian relevan yang dianalisis. Diperlukan penelittian lebih lanjut untuk tanaman cabai rawit ini karena sebenarnya bukan hanya kepik ini saja yang bisa dimanfaatkan sebagai pengendali hayati. *Harmonia axyridis* merupakan salah satu contoh yang dapat dikembangkan sebagai *biocontrol* tanaman cabai rawit.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Salam, A. H., & Abdel-Baky, N. F. (2001). Life table and biological studies of Harmonia axyridis Pallas (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of Sitotroga cerealella Olivier (Lep., Gelechiidae).

Journal of Applied Entomology, *125*(8), 455–462. https://doi.org/10.1046/J.1439-0418.2001.00574.X

Ameixa OMCC, Šipoš J, Burda M, Soares AMVM & Soares AO (2019) Factors influencing the introduction and spread of *Harmonia axyridis* in the Iberian Peninsula. *Biological Invasions* 21: 323–331.

Bahlai, C. A., McNeil, J. N., & McCarthy, B. A. (2010). The impact of *Harmonia axyridis* on native lady beetle populations. *Ecological Applications*, 20(8), 2394-2401.

Bahlai, C., Hogg, B., & Murchie, A. (2016). Assessing the impacts of invasive species like *Harmonia axyridis* inon native ecosystems and agricultural pest management strategies: Areview and meta-analysis approach. *Biological Invasions,* 18(2). 345-356

Baker, J. R., & Riddick, E. W. (2013). The role of *Harmonia axyridis* in integrated pest management strategies. *Pest Management Science*, 69(2), 130-138.

Barbosa, P. A. (Ed.). (1998). *Conservation biological control*. Elsevier.

Brown, P. M. J., & Roy, H. E. (2011). Invasive alien species: a new frontier for conservation. *Risk Analysis*, 31(1), 1-3.

Brown, P. M. J., Thomas, C. E., Lombaert, E., Jeffries, D. L., Estoup, A., & Lawson Handley, L. J. (2011). Invasive alien species: A review of the threat to native biodiversity in the United Kingdom from non-native predatory beetles. *Insect Conservation and Diversity, 4*(4), 203–212.

Castro, C. F., Almeida, L. M., & Penteado, S. R. C. (2011). The Impact of Temperature on Biological Aspects and Life Table of Harmonia axyridis (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Https://Doi.Org/10.1653/024.094.0429*, *94*(4), 923–932. https://doi.org/10.1653/024.094.0429

Choi S-Y, Kim G-H (1985) Aphidivorous activity of a coc cinellid beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *Korean J Plant Prot* 24:11–14

Cisneros-Heredia, D. F., & Peñaherrera-Romero, E. (2020). Invasion history of *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in Ecuador. *PeerJ*, *8*, e10461.

Comont, R. F., Maes, J. M., Bacher, S., & Wajnberg, E. (2014). Escape from parasitism by the invasive alien ladybird, *Harmonia axyridis*. *Insect Conservation and Diversity, 7*(4), 334–342.

Comont, R. F., Purse, B. V., Phillips, W., & Roy, H. E. (2014). Escape from parasitism by the invasive alien ladybird, *Harmonia axyridis*. *Insect Conservation and Diversity*, 7(4), 334-342.

Dargazani, B., & Sahragard, A. (2020). Life table and predation rate of *Harmonia axyridis* spectabilis (col., Coccinellidae), fed on *Aphis gossypii* (Hem., Aphididae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *53*(5–6), 282–297. https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1743537

de Castro-Guedes, C. F., de Almeida, L. M., do Rocio Chiarello Penteado, S., & Moura, M. O. (2016). Effect of different diets on biology, reproductive variables and life and fertility tables of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, *60*(3), 260–266. https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.03.003

Dong YG. (1988). Trials on the control of *Aphis gossypii* Glover with Coccinella axyridis Pallas. *Zhejiang Agric Sci* 3:135–139.

Ducatti RDB, Ugine TA, Losey J. (2017). Interactions of the Asian lady beetle, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), and the North American native lady beetle, Coccinella novemnotata (Coleoptera: Coccinellidae): prospects for recovery post-decline. *Environmental Entomology 46*(1):21–29 DOI 10.1093/ee/nvw153.

Endarto, O., Wuryantini, D. S., Jeruk, B. P., Subtropika, B., Raya Tlekung, J., & Junrejo, K. B. (2019). DAYA MANGSA PREDATOR *Harmonia axyridis* TERHADAP KUTU DAUN Mizus persicae PADA TANAMAN JERUK Predatory Prey of *Harmonia axyridis* against Mizus. persicae Aphids on Citrus Plants. In *Jurnal Agronida ISSN* (Vol. 5).

Evans EW. (2009). Lady beetles as predators of insects other than Hemiptera. *Biological Control* 51: 255–267.

George, A., Rao, C. N., & Rahangadale, S. (2019). 1423 Current status of Insecticide Resistance in *Aphis gossypii* and Aphis spiraecola (Hemiptera: Aphididae) under Central Indian Conditions in Citrus. *J. Cogent Biology*. 5(1): 1-22.

Grez, A. A., Zaviezo, T., Roy, H. E., & Brown, P. M. J. (2016). Rapid spread of *Harmonia axyridis* in Chile and its effects on local coccinellid biodiversity. *Diversity and Distributions*, 22(9), 982-994.

Gullino, M. L., Albajes, R., & Nicot, P. C. (Eds.). (2020). *Integrated pest and disease management in greenhouse crops* (Vol. 9). New York, NY, USA:: Springer International Publishing.

Haelewaters, D., Jordaens, K., Billen, J., & Derycke, S. (2017). Parasites of *Harmonia axyridis*: Current research and perspectives. *BioControl, 62*(3), 355–371.

Harmon, J. P., & Hough-Goldstein, J. (2008). The influence of *Harmonia axyridis* on aphid populations in agricultural ecosystems. *Biological Control*, 45(1), 43-52.

Helen E. Roy and Peter M. J. Brown. (2015) Ten years of invasion: *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Britain. (2015). *Ecological Entomology*, *40*, 336–348. https://doi.org/10.1111/een.12203

Honěk A, Dixon AFG, Soares AO, Skuhrovec J & Martinkova Z (2017) Spatial and temporal changes in the abundance and

composition of ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) communities. *Current Opinion in Insect Science* 20: 61–67.

Horn D (1991) Potential impact of *Coccinella septempunctata* on endangered Lycaenidae (Lepidoptera) in Northwestern Ohio, USA. *Behaviour and Impact of Aphidophaga* (ed. by L Polgar, RJ Chambers, AFG Dixon & I Hodek), pp. 159–162. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.

Islam, Y., Güncan, A., Fan, Y., Zhou, X., Naeem, A., & Shah, F. M. (2022). Age-stage, two-sex life table and predation parameters of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), reared on Acyrthosiphon pisum (Harris) (Hemiptera: Aphididae), at four different temperatures. *Crop Protection*, *159*, 106029. https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2022.106029

Islam, Y., Shah, F. M., Rubing, X., Razaq, M., Yabo, M., Xihong, L., & Zhou, X. (2021). Functional response of *Harmonia axyridis* preying on Acyrthosiphon pisum nymphs: the effect of temperature. *Scientific Reports 2021 11:1*, *11*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-021-92954-x

Jovicic, I., Radonjic, A., Kljajic, P., Andric, G., Prazic-Golic, M., & Petrovic-Obradovic, O. (2020). *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Serbia: Its presence on aphid-infested plants and co-occurrence with native Aphidophagous coccinellids. *Pesticidi i Fitomedicina*, *35*(3), 145–159. https://doi.org/10.2298/pif2003145j

Karim, H., Arifin, A. N., & Suryani, A. I. (2016). Seleksi Bakteri Antagonis asal Rizosfer Tanaman Cabai (Capsicum sp.) untuk Menekan Penyakit Layu Fusarium. *J. Sainsmat.* 5 (2): 152-156.

Kenis, M., Auger-Rozenberg, M. A., Roques, A., Timms, L., Péré, C., Cock, M. J. W., ... & Lopez-Vaamonde, C. (2008). Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions*, 11, 21–45

Koch RL (2003) The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of Insect Science* 3: 1–16.

Koch, R. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *J Insect Sci*, *3*.

Koch, R. L. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: a review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *Journal of insect Science*, *3*(1), 32.

Koch, R. L., & Galvan, T. L. (2008). Bad side of a good beetle: The North American experience with *Harmonia axyridis*. *BioControl, 53*(1), 23–35.

Labrie G, Coderre D & Lucas E (2008) Overwintering strategy of multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae): Cold-free space as a factor of invasive success. *Annals of the Entomological Society of America* 101: 860–866.

Labrie, G., Lucas, E., & Coderre, D. (2006). Can developmental and behavioral characteristics of the multicolored Asian lady beetle *Harmonia axyridis* explain its invasive success? *Biological Invasions*, *8*, 743-754.

Lanzoni, A., Accinelli, G., Bazzocchi, G. G., & Burgio, G. (2004). Biological traits and life table of the exotic Harmonia axyridis compared with Hippodamia variegata, and Adalia bipunctata (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, *128*(4), 298–306. https://doi.org/10.1111/J.1439-0418.2004.00847.X

Lei CL, Chen HX (1987) Effects of various aphid densities on the predation and development of larvae of Propylea japonica and *Harmonia axyridis*. *Nat Enemies Ins* 9:213–216

Liu, H., & Qin, L. (1989). The population fluctuations of some dominant species of ladybird beetles in Eastern Hebei Province. *Chinese J Biol Cont*, *2*.

Lockwood, J., Hoopes, M. F., & Marchetti, M. P. (2013). *Invasion Ecology (2nd Edition)*. Hoboken: Wiley-Blackwell.

Lombaert, E., Deter, J., Leleux, G., & Estoup, A. (2010). Rapid increase in dispersal during range expansion in the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. *Journal of Evolutionary Biology, 23*(8), 1681–1697.

Lombaert, E., Guillemaud, T., Cornuet, J. M., Malausa, T., Facon, B., & Estoup, A. (2010). Bridgehead effect in the worldwide invasion of the biocontrol harlequin ladybird. *PLoS ONE*, 5(3), e9743.

Lommen STE, Middendorp CW, Luijten CA, van Schelt J, Brakefield PM & de Jong PW (2008) Natural flightless morphs of the ladybird beetle *Adalia bipunctata* improve biological control of aphids on single plants. *Biological Control* 47: 340–346.

Lucas E, Gagné I, Coderre D. 2002. Impact of the arrival of *Harmonia axyridis* on adults of Coccinella septempunctata and Coleomegilla maculata (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 99(4):457–463 DOI 10.14411/eje.2002.058.

Lumbierres, B., Meseguer, R., Levi-Mourao, A., & Pons, X. (2024). Biological Control of Aphids in Spain's Urban Green Spaces. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(24), 11225. https://doi.org/10.3390/SU162411225/S1

Majerus, M., Strawson, V. and Roy, H. (2006), The potential impacts of the arrival of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae), in Britain. *Ecological Entomology*, 31: 207-215.

Meseguer, R., Lumbierres, B., & Pons, X. (2022). Establishment and expansion of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in

urban green areas in the Iberian Peninsula: from 2015 to 2021. *Insects*, *13*(8), 741.

Murdoch, W., Chesson, J., & Chesson, P. (1985). Biological control in theory and practice. *Am Nat*, *125*.

Mustiarif, R., Djamilah, D., Setyowati, N., & Zakarni, A. 2020. Bioaktivitas Ekstrak Biji Bintaro terhadap Kutu Daun *Aphis gossypii* Glover dan Pengaruhnya terhadap Tanaman Cabai. *J. Agro.* 7 (2): 179–192.

Nonci, N., Kalgutny, Hary, S., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). *Pengenalan Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Indonesia*. In Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Serealia (Vol. 73).

Pell, J. K., Baverstock, J., Roy, H. E., Ware, R. L., & Majerus, M. E. N. (2008). Intraguild predation involving *Harmonia axyridis*: A review of current knowledge and future perspectives*. BioControl,* 53(1), 147–168.

Pervez A, Omkar. (2006). Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, Harmonia axyridis: a review. *Biocontrol Science and Technology 16*(2):111–128 DOI 10.1080/09583150500335350.

Piotte C, Tourniaire R, Brun J, Gambier J, Ferran A (1999). The sedentary *Harmonia axyridis* ladybird against aphids. A highly efficient ally in biological control. Phytoma 519:18–20

Raak-van den Berg, C. L., Dicke, M., & De Jong, P. A. (2013). The ecological impact of *Harmonia axyridis* on native ladybirds and their parasitoids. *Biocontrol Science and Technology, 23*(11), 1255–1270.

Rahmi., Yulinda, Ratna., & Sauqina. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Nangka Belanda (Annona muricata L.) sebagai Biopestisida terhadap Tingkat Kematian Hama Kutu Putih (Bemisia tabaci) pada

Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *J. Pendidikan Biologi.* 11 (2): 39-45.

Rand TA & Louda SM (2006) Spillover of agriculturally subsidized predators as a potential threat to native insect herbivores in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 20: 1720–1729.

Riddick, E. W. (2017). Spotlight on the positive effects of the ladybird *Harmonia axyridis* on agriculture. In *BioControl* (Vol. 62, Issue 3, pp. 319–330). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/s10526-016-9758-8

Riddick, E. W., & Wu, K. (2015). The ecological impact of *Harmonia axyridis* on aphid populations in China. *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-9.

Rondoni, G., Borges, I., Collatz, J., Conti, E., Costamagna, A. C., Dumont, F., Evans, E. W., Grez, A. A., Howe, A. G., Lucas, E., Maisonhaute, J. É., Onofre Soares, A., Zaviezo, T., & Cock, M. J. W. (2021). Exotic ladybirds for biological control of herbivorous insects – a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *169*(1), 6–27. https://doi.org/10.1111/EEA.12963

Roy, H. E., & Brown, P. M. (2015). Ten years of invasion: *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Britain. *Ecological entomology*, *40*(4), 336–348.

Roy, H. E., & Wajnberg, E. (2008). From biological control to invasion: the ladybird *Harmonia axyridis* as a model species. *Springer Science & Business Media*.

Roy, H. E., Brown, P. M. J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Trullas, S. C., Comont, R. F., De Clercq, P., Eschen, R., Estoup, A., Evans, E. W., Facon, B., Gardiner, M. M., Gil, A., Grez, A. A., Guillemaud, T., Haelewaters, D., Herz, A., Honek, A., & Zhao, Z. (2016). The Harlequin Ladybird, *Harmonia axyridis*: Global Perspectives on Invasion History and Ecology. *Biological Invasions,* 18(4), 1-48.

Roy, H. E., Brown, P. M. J., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., ... & Viglášová, S. (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. *Biological Invasions*, 18(4), 997-1044.

Roy, H. E., Brown, P. M., Adriaens, T., Berkvens, N., Borges, I., Clusella-Trullas, S., ... & Zhao, Z. (2016). The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. *Biological invasions*, *18*, 997-1044.

Santos, A. A., Almeida, L. M., Castro-Guedes, C. F., & Penteado, S. R. C. (2014). Life table analysis and consumption capacity for Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on Cinara atlantica (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, *97*(4), 1702–1709. https://doi.org/10.1653/024.097.0445

Schellhorn NA, Lane CP & Olson DM (2005) The co-occurrence of an introduced biological control agent (Coleoptera: *Coccinella septempunctata*) and an endangered butterfly (Lepidoptera: *Lycaeides melissa samuelis*). *Journal of Insect Conservation* 9: 41–47.

Seko T, Yamashita K & Miura K (2008) Residence period of a flightless strain of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in open fields. *Biological Control* 47: 194–198.

Seo, M., & Youn, Y. (2000). The Asian ladybird, *Harmonia axyridis* , as biological control agents: I. Predacious behavior and feeding ability. *Korean J Appl Entomol*, *39*.

Singh, G., Singh, N. P. & Singh, R. (2014). Food plants of a major agricultural pest *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) from India: an updated checklist. Interntional Journalof Life Sciences Biotechnology & Pharma Research, 3(2), 1-26.

Singh, R. (2024). Arthropod predators of the bean aphid, Aphis (Aphis) craccivora Koch, 18 4 (Aphididae: Hemiptera) and their distribution in India. Munis Entomology & Zoology, 19 (suppl.), 2 66-2600.

Singh, R. (2024). Checklist of arthropod predators of the cotton aphid, Aphis (Aphis) gossypii Glover, 1877 (Insecta: Hemiptera: Aphididae), and their distribution in India. *Journal of Fauna Biodiversity*, *1*(2), 20–68. https://doi.org/10.70206/jfb.v1i2.10627

Singh, R., Verma, A. K. & Singh, G. (2023). Food Plant Catalogue of Indian Aphids (Homoptera: Aphididae). Asian Biological Research Foundation, Prayagraj, India; Nature Light Publications, Pune, pp. 3 0.

Smith, H. S. (1908). ON SOME PHASES OF INSECT CONTROL BY THE BIOLOGICAL METHOD[1]. *Journal of Economic Entomology*, *12*, 288.

Snyder, W. E., & Ives, A. R. (2001). Interactions between *Harmonia axyridis* and native lady beetles: Implications for biological control. *Biological Control*, 22(3), 166-173.

Soares AO, Borges I, Borges PAV, Labrie G & Lucas E (2008) *Harmonia axyridis*: what will stop the invader? *BioControl* 53: 127–145.

Soares AO, Honěk A, Martinkova Z, Skuhrovec J, Cardoso P & Borges I (2017) *Harmonia axyridis* failed to establish in the Azores: the role of specie richness, intraguild interactions and resource availability. *BioControl* 62: 423–434.

Sopialena. (2018). *Pengendalian hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. In Aldi Meidian Halim (Ed.), Mulawarman University Press (1st ed.)*. Mulawarman University Press.

Stenberg, J. A., Sundh, I., Becher, P. G., Björkman, C., Dubey, M., Egan, P. A., ... & Viketoft, M. (2021). When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science*, *94*(3), 665-676.

Symondson, W., Sunderland, K., & Greenstone, M. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Ann Rev Entomol*, *47*.

Tan, X. L., et al. (2016). *Harmonia axyridis* as a model species for biological control: A review. *BioControl, 61*(3), 343-356.

Tourniaire R, Ferran A, Giuge L, Gambier J, Brun J (1999) Flightless strains of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae): some behavioural and biological features. Ann Soc Entomol Fr 35(Suppl):509–513

Van Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, *57*(1), 1-20.

Vilcinskas, A., Stoecker, K., Schmidtberg, H., Röhrich, C. R., & Vogel, H. (2013). Invasive harlequin ladybird carries biological weapons against native competitors. *Science*, *340*(6134), 862-863.

Weissenberger A, BrunJ, Piotte C, Ferran A(1999)Comparison between the wild type and flightless type of the coccinellid *Harmonia axyridis* (Pallas) in the control of the damson hop aphid Phorodon humuli (Schrank). In: Proceedings 5th International Conference Pests Agriculture 3:727–734.

Xu, Q., Wu, C., Xiao, D., Jin, Z., Zhang, C., Hatt, S., Guo, X., & Wang, S. (2023). Ecological function of key volatiles in Vitex negundo infested by Aphis gossypii. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 1090559. https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.1090559/BIBTEX

Yu, X. L., Tang, R., Xia, P. L., Wang, B., Feng, Y., & Liu, T. X. (2020). Effects of Prey Distribution and Heterospecific Interactions on the Functional Response of *Harmonia axyridis* and Aphidius gifuensis to Myzus persicae. *Insects 2020, Vol. 11, Page 325*, *11*(6), 325. https://doi.org/10.3390/INSECTS11060325

Zhang, G. F., Lövei, G. L., Wu, X., & Wan, F. H. (2016). Presence of Native Prey Does Not Divert Predation on Exotic Pests by *Harmonia axyridis*

in Its Indigenous Range. *PLOS ONE*, *11*(7), e0159048. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0159048

Zhang, Y., Liu, Y., & Wang, X. (2014). The impact of *Harmonia axyridis* on the biodiversity of aphid predators in agroecosystems. *Agricultural and Forest Entomology*, 16(4), 345-353.

Abdel-Salam, A. H., & Abdel-Baky, N. F. (2001). Life table and biological studies of Harmonia axyridis Pallas (Col., Coccinellidae) reared on the grain moth eggs of Sitotroga cerealella Olivier (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, *125*(8), 455–462. https://doi.org/10.1046/J.1439-0418.2001.00574.X

Castro, C. F., Almeida, L. M., & Penteado, S. R. C. (2011). The Impact of Temperature on Biological Aspects and Life Table of Harmonia axyridis (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Https://Doi.Org/10.1653/024.094.0429*, *94*(4), 923–932. https://doi.org/10.1653/024.094.0429

Dargazani, B., & Sahragard, A. (2020). Life table and predation rate of Harmonia axyridis spectabilis (col., Coccinellidae), fed on Aphis gossypii (Hem., Aphididae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, *53*(5–6), 282–297. https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1743537

Endarto, O., Wuryantini, D. S., Jeruk, B. P., Subtropika, B., Raya Tlekung, J., & Junrejo, K. B. (2019). DAYA MANGSA PREDATOR Harmonia axyridis TERHADAP KUTU DAUN Mizus persicae PADA TANAMAN JERUK Predatory Prey of Harmonia axyridis against Mizus. persicae Aphids on Citrus Plants. In *Jurnal Agronida ISSN* (Vol. 5).

Islam, Y., Güncan, A., Fan, Y., Zhou, X., Naeem, A., & Shah, F. M. (2022). Age-stage, two-sex life table and predation parameters of Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), reared on Acyrthosiphon pisum (Harris) (Hemiptera: Aphididae), at four different temperatures. *Crop Protection*, *159*, 106029. https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2022.106029

Islam, Y., Shah, F. M., Rubing, X., Razaq, M., Yabo, M., Xihong, L., & Zhou, X. (2021). Functional response of Harmonia axyridis preying on Acyrthosiphon pisum nymphs: the effect of temperature. *Scientific Reports 2021 11:1*, *11*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-021-92954-x

Jovicic, I., Radonjic, A., Kljajic, P., Andric, G., Prazic-Golic, M., & Petrovic-Obradovic, O. (2020). Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae) in Serbia: Its presence on aphid-infested plants and co-occurrence with native Aphidophagous coccinellids. *Pesticidi i Fitomedicina*, *35*(3), 145–159. https://doi.org/10.2298/pif2003145j

Koch, R. (2003). The multicolored Asian lady beetle, Harmonia axyridis : A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts. *J Insect Sci*, *3*.

Lanzoni, A., Accinelli, G., Bazzocchi, G. G., & Burgio, G. (2004). Biological traits and life table of the exotic Harmonia axyridis compared with Hippodamia variegata, and Adalia bipunctata (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, *128*(4), 298–306. https://doi.org/10.1111/J.1439-0418.2004.00847.X

Liu, H., & Qin, L. (1989). The population fluctuations of some dominant species of ladybird beetles in Eastern Hebei Province. *Chinese J Biol Cont*, *2*.

Lumbierres, B., Meseguer, R., Levi-Mourao, A., & Pons, X. (2024). Biological Control of Aphids in Spain's Urban Green Spaces. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(24), 11225. https://doi.org/10.3390/SU162411225/S1

Murdoch, W., Chesson, J., & Chesson, P. (1985). Biological control in theory and practice. *Am Nat*, *125*.

Riddick, E. W. (2017). Spotlight on the positive effects of the ladybird Harmonia axyridis on agriculture. In *BioControl* (Vol. 62, Issue 3, pp. 319–330). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/s10526-016-9758-8

Rondoni, G., Borges, I., Collatz, J., Conti, E., Costamagna, A. C., Dumont, F., Evans, E. W., Grez, A. A., Howe, A. G., Lucas, E., Maisonhaute, J. É., Onofre Soares, A., Zaviezo, T., & Cock, M. J. W. (2021). Exotic ladybirds for biological control of herbivorous insects – a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *169*(1), 6–27. https://doi.org/10.1111/EEA.12963

Santos, A. A., Almeida, L. M., Castro-Guedes, C. F., & Penteado, S. R. C. (2014). Life table analysis and consumption capacity for Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on Cinara atlantica (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, *97*(4), 1702–1709. https://doi.org/10.1653/024.097.0445

Seo, M., & Youn, Y. (2000). The Asian ladybird, Harmonia axyridis , as biological control agents: I. Predacious behavior and feeding ability. *Korean J Appl Entomol*, *39*.

Singh, R. (2024). Checklist of arthropod predators of the cotton aphid, Aphis (Aphis) gossypii Glover, 1877 (Insecta: Hemiptera: Aphididae), and their distribution in India. *Journal of Fauna Biodiversity*, *1*(2), 20–68. https://doi.org/10.70206/jfb.v1i2.10627

Symondson, W., Sunderland, K., & Greenstone, M. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Ann Rev Entomol*, *47*.

Ten years of invasion: Harmonia axyridis (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in Britain. (2015). *Ecological Entomology*, *40*, 336–348. https://doi.org/10.1111/een.12203

Xu, Q., Wu, C., Xiao, D., Jin, Z., Zhang, C., Hatt, S., Guo, X., & Wang, S. (2023). Ecological function of key volatiles in Vitex negundo infested by Aphis gossypii. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 1090559. https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.1090559/BIBTEX

Yu, X. L., Tang, R., Xia, P. L., Wang, B., Feng, Y., & Liu, T. X. (2020). Effects of Prey Distribution and Heterospecific Interactions on the Functional Response of Harmonia axyridis and Aphidius gifuensis to Myzus persicae. *Insects 2020, Vol. 11, Page 325*, *11*(6), 325. https://doi.org/10.3390/INSECTS11060325

Zhang, G. F., Lövei, G. L., Wu, X., & Wan, F. H. (2016). Presence of Native Prey Does Not Divert Predation on Exotic Pests by Harmonia axyridis in Its Indigenous Range. *PLOS ONE*, *11*(7), e0159048. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0159048